

Zeitschrift: Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft =
Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss
Entomological Society

Herausgeber: Schweizerische Entomologische Gesellschaft

Band: 61 (1988)

Heft: 1-4

Artikel: Mise en évidence de la mortalité des œufs de la mouche de la carotte,
Psila rosae F. (Diptera, Psilidae), par l'échauffement du sol

Autor: Freuler, J. / Siebenthal, J. de / Fischer, S.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-402312>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 27.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Mise en évidence de la mortalité des œufs de la mouche de la carotte, *Psila rosae* F. (Diptera, Psilidae), par l'échauffement du sol

J. FREULER, J. DE SIEBENTHAL & S. FISCHER

Station fédérale de recherches agronomiques de Changins, CH-1260 Nyon

*Egg mortality of the carrot rust fly, *Psila rosae* F. (Diptera, Psilidae) by soil warming.* – According to OVERBECK (1978), the hatching rate of the carrot rust fly eggs laid in the soil, is influenced mostly by the temperature in the upper soil layer. The mortality (z) is calculated with the following regression equation $z = -99.1 + 4.6x + 9.8y$, where x = temperature $\geq 26^\circ\text{C}$ and y = duration of influence, in hours.

These experimental data have been tested from 1981–1986 in peat soil conditions of the plaine of Orbe on naturally laid egg populations. The calculated mortality rates are about 20% higher than the observed mortality rates. Also the mortality rates vary considerably from year to year and depend on the shade given by the crop to the soil. The findings explain the irregularities which arise in using the damage threshold for the carrot rust fly based on the number of trapped flies. Therefore, forecasting is improved when egg mortality rates are included.

INTRODUCTION

Depuis le travail expérimental d'OVERBECK (1978), on sait que l'humidité de l'air et du sol et la température de l'environnement immédiat règlent le développement des stades préimaginaux et notamment des œufs de la mouche de la carotte, *Psila rosae* F.

Parmi ces deux facteurs abiotiques, la température du sol a une influence capitale sur la mortalité des œufs, et avant tout au niveau de la couche supérieure du sol, là où la ponte a lieu.

Le gradient de température dans cette partie du sol est influencé dans une large mesure par la conductibilité de la chaleur dépendant du type et de l'état structural de sol. Des sols tourbeux secs, par exemple, sont de mauvais conducteurs de la chaleur en raison de leurs multiples inclusions d'air. Il en résulte de fortes variations de température journalière créant des conditions potentiellement défavorables au développement embryonnaire du ravageur.

Une vaste zone de production de carotte dans la région d'Yverdon est située en sol tourbeux. Il paraissait donc intéressant d'y procéder à une vérification des données expérimentales obtenues par OVERBECK (1978). La limite létale supérieure du stade œuf débute d'après cet auteur entre 26°C et 28°C . Le taux de mortalité des œufs serait ainsi déterminé par des températures $\geq 26^\circ\text{C}$ et la durée pendant laquelle elles règnent.

A 25°C , en laboratoire, OVERBECK n'a pas constaté une diminution significative du taux d'éclosion, mais une vitalité des larves fréquemment entravée.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

L'expérimentation décrite s'est déroulée durant les années 1981 à 1986.

SURVIE POTENTIELLE

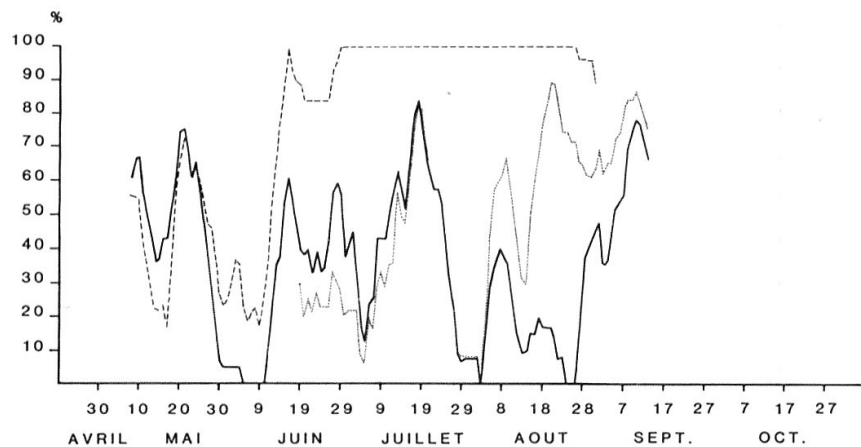


Fig. 1. Evolution du taux de survie potentielle des œufs en 1981

--- 2e semis du 24.4 Mesures des températures du sol du 8.5 au 31.8
 3e semis du 19.6 Mesures des températures du sol du 19.6 au 21.9
 — sol nu Mesures des températures du sol du 8.5 au 21.9

SURVIE POTENTIELLE

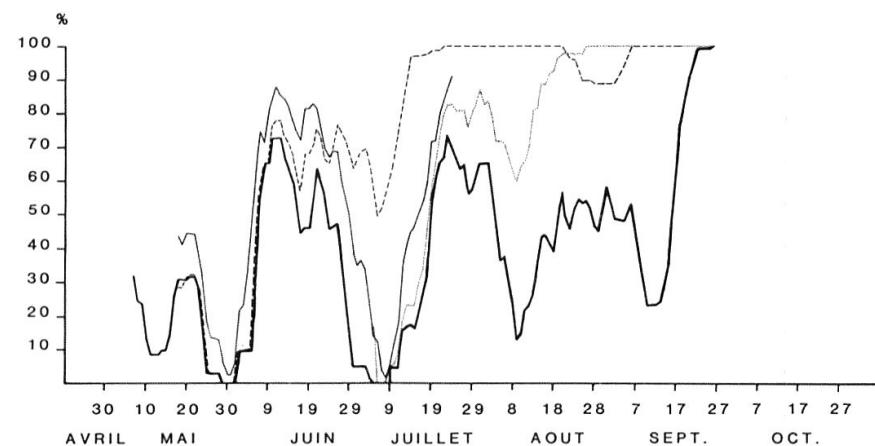


Fig. 2. Evolution du taux de survie potentielle des œufs en 1982

— 1er semis du 4.3 Mesures des températures du sol du 18.5 au 3.8
 --- 2e semis du 3.5 Mesures des températures du sol du 18.5 au 5.10
 3e semis du 14.6 Mesures des températures du sol du 5.7 au 21.10
 — sol nu Mesures des températures du sol du 7.5 au 21.10

SURVIE POTENTIELLE

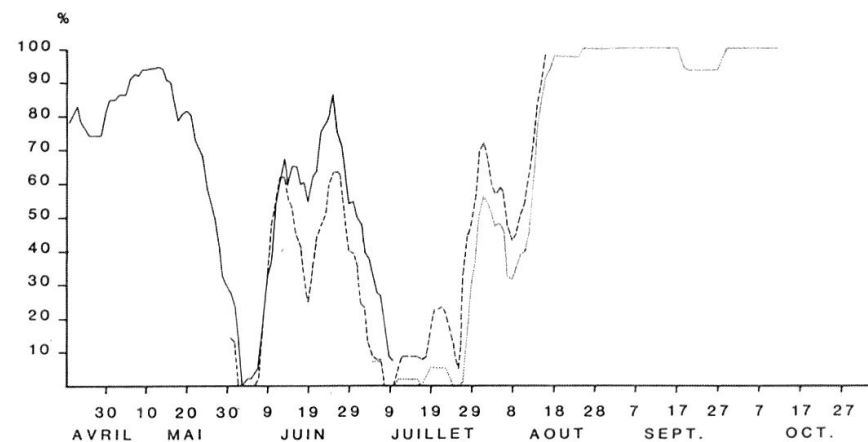


Fig. 3. Evolution du taux de survie potentielle des œufs en 1983

— 1er semis du 10.3 Mesures des températures du sol du 21.4 au 14.7
 --- 2e semis du 5.5 Mesures des températures du sol du 31.5 au 23.8
 3e semis du 15.6 Mesures des températures du sol du 5.7 au 30.10

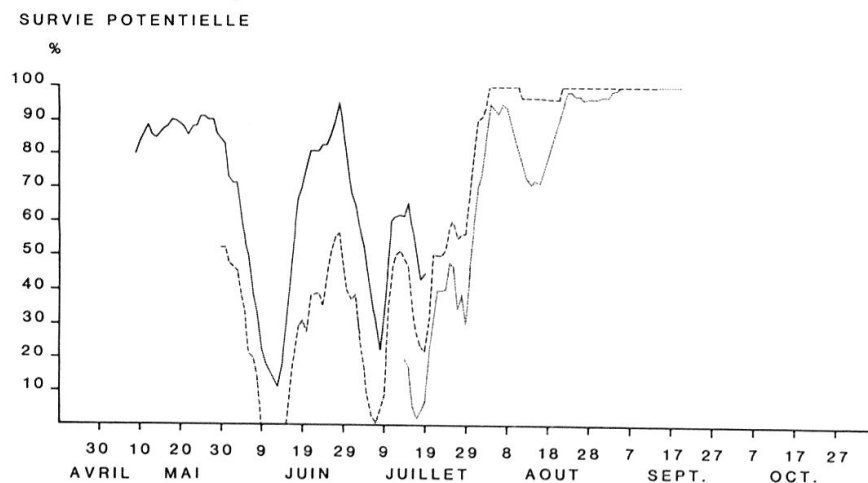


Fig. 4. Evolution du taux de survie potentielle des œufs en 1984

— 1er semis du 14.3 Mesures des températures du sol du 9.5 au 26.7
 --- 2e semis du 8.5 Mesures des températures du sol du 30.5 au 26.9
 3e semis du 14.6. Mesures des températures du sol du 14.7 au 6.10

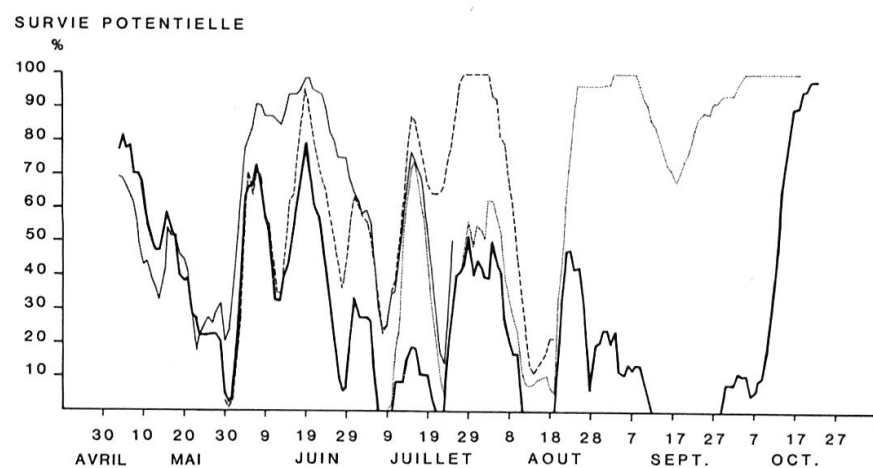


Fig. 5. Evolution du taux de survie potentielle des œufs en 1985

— 1er semis du 13.3 Mesures des températures du sol du 4.5 au 25.7
 --- 2e semis du 3.5 Mesures des températures du sol du 30.5 au 25.8
 3e semis du 18.6. Mesures des températures du sol du 9.7 au 27.10
 — sol nu Mesures des températures du sol du 4.5 au 27.10

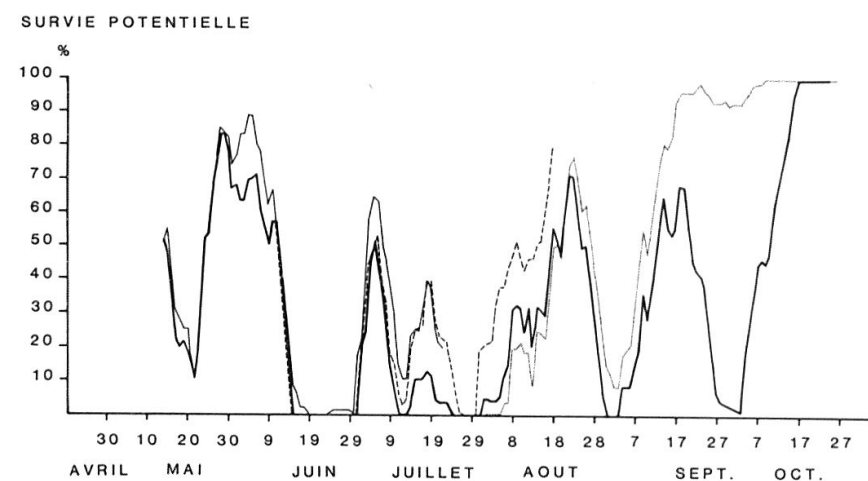


Fig. 6. Evolution du taux de survie potentielle des œufs en 1986

— 1er semis du 18.3 Mesures des températures du sol du 14.5 au 28.7
 --- 2e semis du 13.5 Mesures des températures du sol du 10.6 au 25.8
 3e semis du 8.7 Mesures des températures du sol du 30.7 au 26.10
 — sol nu Mesures des températures du sol du 14.5 au 26.10

La parcelle expérimentale de carotte (coordonnées 536 275/179 500) se situait dans la plaine de l'Orbe, près de La Thielle, à 4 km en amont du Lac de Neuchâtel. Son type de sol peut être décrit comme suit: Histosol eutric, c'est-à-dire sol hydromorphe organique et calcaire constitué par d'anciens bas-marais drainés. La présence continuelle d'eau en profondeur perturbe la transformation de la matière organique. Ce sol présente une couverture organique épaisse (> 40 cm) due à l'ancienne accumulation de débris végétaux. Sa teneur en matière organique est d'environ 60%, son pH environ 7,5 et le CaCO_3 environ 8%.

Annuellement, deux (1981) ou trois (1982–1986) semis échelonnés (variantes) ont eu lieu aux périodes suivantes: le 1er semis entre le 4 et le 18 mars avec couverture Agryl (P-17) pendant 6 à 8 semaines, le 2e semis entre le 24 avril et le 13 mai et le 3e semis entre le 14 juin et le 8 juillet. Ces périodes correspondent aux habitudes culturales de la région.

La dimension des parcelles de semis fut, dans la plupart des cas, de 15 m², l'écartement des lignes de 30–40 cm et la variété choisie du type Nantaise «Touchon» ou «Tip-Top». Dès 1983, les stades phénologiques des plantes et la couverture du sol par le feuillage ont été relevés chaque semaine.

Les mesures de températures du sol ont été prises avec un appareil «Speedo-max W»¹ muni de sondes.

Celles-ci sont placées à 0,5–1 cm de profondeur à une distance de 3 cm de la ligne de semis comme décrit par OVERBECK. Deux sondes ont été placées dans chaque parcelle, de part et d'autre d'une ligne de semis, sauf en 1981 où il n'y en a eu qu'une. Les températures du sol ont été également relevées dans une partie de terrain gardée nue permettant des comparaisons avec les parcelles semées, se recouvrant progressivement des feuilles des carottes.

Les périodes de mesures de températures sont résumées dans le tableau 1.

Les valeurs de température de chaque sonde ont été relevées automatiquement toutes les 3 minutes et sont reportées sur papier enregistreur se déroulant à la vitesse de 2,54 cm (1 inch) à l'heure.

La mortalité journalière des œufs peut être décrite selon OVERBECK (1978) par des droites de régression

$$z = -99.1 + 4.6x + 9.8y$$

où x = température $\geq 26^\circ$ et y = durée correspondante exprimée en heures, pendant laquelle cette température a prévalu.

Pour construire ces droites de régression, OVERBECK s'est basé sur la mortalité observée sur les œufs d'élevage présentés sur papier buvard recouvert d'une couche mince de sol que l'on retire après la fin de l'éclosion, les valeurs moyennes des variables indépendantes étant calculées en fonction de la durée du développement embryonnaire.

En revanche, lors de la présente étude, la mortalité des œufs pondus naturellement a été estimée pour chaque variante expérimentale, correspondant aux 3 degrés de recouvrement du sol par le feuillage, ainsi qu'au sol laissé nu.

A partir des enregistrements de température du sol et en utilisant les droites de régression susmentionnées, un programme d'ordinateur détermine d'abord la mortalité *potentielle* journalière z la plus élevée en tenant compte du total y par variante (c'est-à-dire du 1er au 3e semis et sol nu). La valeur y a été calculée en utilisant la température moyenne des 2 sondes de chaque parcelle, et en cumulant

¹ Leeds & Northrup Company, 4907 Stenton Ave., Philadelphia, Pa 19144.

les laps de temps durant lesquels cette température x a dépassé 26° , 28° , 30° , 34° et 38°C . Les cumuls inférieurs à 30 minutes n'ont pas été pris en considération.

Partant des valeurs journalières z , la mortalité potentielle moyenne pour chaque variante a été calculée en cumulant z jour après jour, pendant la durée de développement embryonnaire. Ce dernier requiert 129 degrés jour, avec un zéro de développement de $3,1^{\circ}\text{C}$ (OVERBECK, 1978). Sa durée en jours est déterminée en utilisant la température moyenne journalière. Celle-ci est calculée en additionnant la température minimale et maximale du sol et en divisant le résultat par 2.

La détermination de la période de la ponte naturelle est basée en partie sur l'activité de la mouche par piégeage (plaquettes jaunes engluées en verre acrylique ICI 229 [FREULER *et al.*, 1982]).

Deux pièges ont été placés sur chaque variante de semis durant les périodes d'expérimentation à l'exception de 1981, où le vol sur une parcelle de production située à proximité a servi de référence. Les relevés ont eu lieu une fois par semaine. La ponte elle-même a été suivie en utilisant, dès 1983, des «pondoirs» décrits par HERTVELDT (comm. pers.): un tamis, formé d'une toile résistante tendue entre deux anneaux de PVC (diamètre intérieur: 11,3 cm, diamètre extérieur: 12,5 cm et hauteur: 0,5 cm), est rempli de terre fine collectée localement et enterré à fleur de sol à côté des plantes-hôtes. Disposés à raison de 10 par variante, ils ont été relevés une fois par semaine. La terre en était alors placée dans un élutriateur à contre-courant, et les œufs récoltés par flottaison.

En 1985 et 1986, des prélèvements de terre ont en outre eu lieu après chaque vol ou à la récolte d'une variante. Il s'agissait d'un carottage unique par variante de 20 échantillons de terre, d'un diamètre de 10,6 cm et d'une profondeur de 3 cm. Ce contrôle permet d'établir la mortalité globale des œufs pendant une période de vol ou de culture, en examinant la présence ou l'absence de la déchirure d'éclosion sur le chorion des œufs obtenus également par flottaison dans les échantillons de terre.

Les différentes variantes ont été récoltées à maturité et le taux de carottes véreuses déterminé, dans le but de vérifier le seuil de tolérance basé sur la capture des mouches, et différencié selon la période de culture (FREULER *et al.*, 1982 et FREULER & FISCHER, 1985), en usage dans la région considérée.

RÉSULTATS

La représentation graphique utilise le taux de survie potentielle qui est l'inverse du pourcentage de mortalité.

On constate dans les figures 1 à 6 une grande variabilité pendant l'année en cours et d'une année à l'autre. Sur sol nu une faible survie ($< 50\%$) peut se produire à chaque moment de l'année entre le 7 mai (1985) et le 13 octobre (1985).

Dans le 1er semis précoce, des périodes de faible survie sont observables entre le 9 mai (1985) et le 24 juillet (1985), c'est-à-dire pratiquement jusqu'à la récolte. Néanmoins, elles sont entrecoupées par des intervalles souvent longs de forte survie ($\geq 50\%$), surtout au mois de juin.

Dans le 2e semis, la survie peut être faible entre le 11 mai (1981) et le 19 août (1985), c'est-à-dire quelques jours avant la récolte. Cette période montre les plus grandes variations. Tantôt la survie est faible pendant pratiquement toute la période de culture (1986), tantôt ce sont des périodes relativement brèves de faible survie dispersées tout au long de la culture (1985) et tantôt une à deux périodes uniquement en début de culture (1981, 1982).

Pour le 3^e semis, la faible survie peut se situer entre le 19 juin (1981) et le 21 août (1985). L'année 1986 n'est pas prise en considération, la germination ayant été très mauvaise. La fin de la culture est invariablement caractérisée par une faible mortalité.

En comparant le pourcentage de survie entre le sol nu et les différentes parcelles semées en carotte qui se recouvrent progressivement de feuillage jusqu'à produire un tapis continu, on constate souvent que le pourcentage de survie est légèrement inférieur dans les parcelles fraîchement semées. Ceci est très probablement dû au travail du sol fait au moment du semis. Une aération de la couche supérieure du sol semble donc augmenter la mortalité potentielle. Plus tard, l'effet de l'ombrage du feuillage commence à se faire sentir. Le moment, où le taux de survie dans les semis est supérieur à 10% par rapport au sol nu, dépend des conditions climatiques prévalant durant la période de croissance des feuilles. Plus il fait chaud, plus l'effet de l'ombrage est retardé. Les corrélations entre le stade phénologique des parcelles semées (exprimé soit par le nombre de feuilles, soit la hauteur du feuillage ou encore par la couverture du sol) et le % de survie sur sol nu sont néanmoins très médiocres. Le meilleur coefficient de corrélation est obtenu en utilisant la hauteur du feuillage $x = 0.61$ (fig. 7). Ceci est dû au posi-

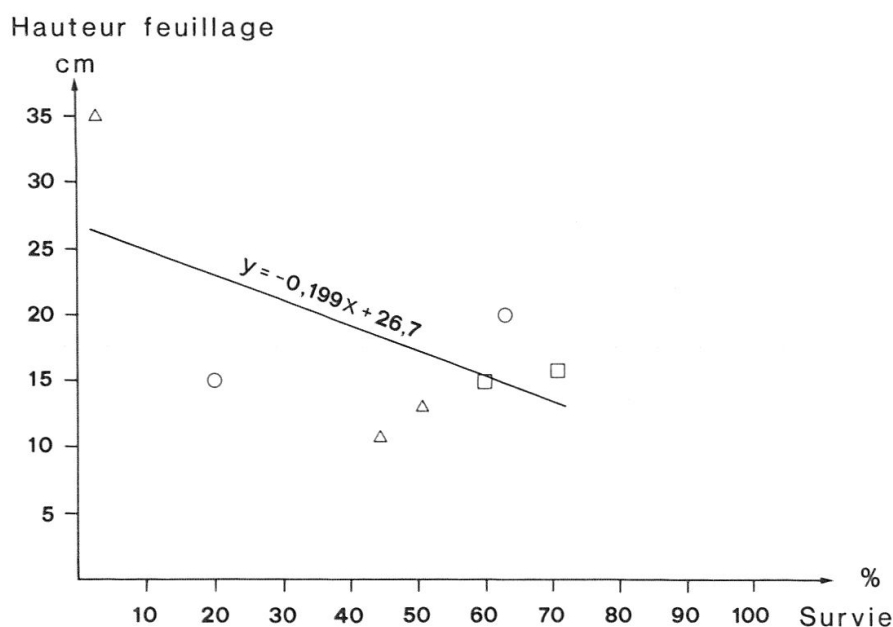


Fig. 7. Hauteur du feuillage nécessaire pour créer des conditions à un taux de survie supérieur de 10% à celui sur sol nu. Elle est fonction du taux de survie mesuré sur sol nu.

○ semis 1, △ semis 2, □ semis 3.

tionnement des sondes qui ne correspond pas toujours au stade phénologique moyen des plantes de ladite parcelle, et également à la densité du semis et au développement variable de mauvaises herbes. Dans les conditions des années 1982, 1985 et 1986, le cas le plus précoce de début de l'effet de l'ombrage était celui où les plantes avaient une hauteur de feuillage de 11 cm. Toutefois, lors de périodes très chaudes, l'effet du feuillage s'annule et la différence du taux de survie entre la culture et le sol nu tombe en-dessous de 10%. Ces périodes apparaissent dans le tab. 1.

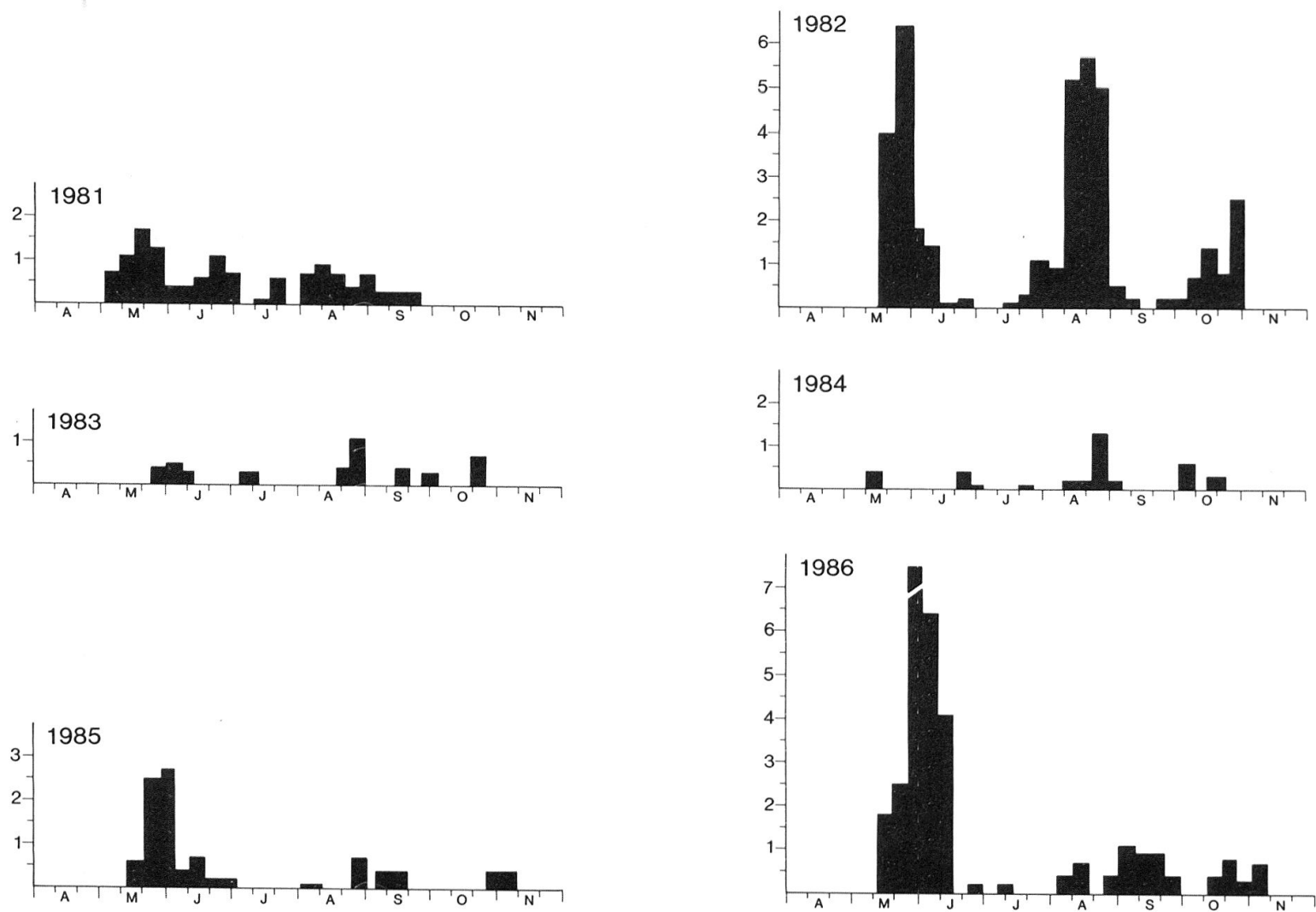


Fig. 8. Présence de la mouche de la carotte sur les pièges jaunes. 1981: sur une parcelle à proximité du lieu d'expérimentation. 1982–1986: sur la parcelle expérimentale. Vol moyen des semis 1 à 3. Ordonnée: nombre de mouches de la carotte par jour sur 5 pièges.

Tableau 1. Périodes d'annulation de l'effet du feuillage sur le taux de survie en 1982, 1985 et 1986.

Semis	1982	1985	1986
1	7-10.7	--	11.-30.6, 2.7
2	--	--	25.-30.7
3	--	12-16.8, 18-19.8	2.-4.9

Les vols moyens sont présentés sur la fig. 8. Ils étaient particulièrement importants en 1982 et 1986 car le champ jouxtant les parcelles expérimentales était également cultivé en carotte. En 1981 et 1985, l'activité était moyenne et en 1983 et 1984 plutôt faible.

Ces périodes de vol déterminées sur les trois semis ont finalement été prises en compte pour calculer le taux moyen de survie théorique et non les périodes de ponte obtenues par les pondoïrs HERTVELDT car ceux-ci sont peu efficaces. Les prélèvements de terre à la fin d'un vol ou à la récolte ont été faits pour confronter: la survie effective des œufs trouvés dans la terre à la survie théorique calculée. Les comparaisons des données utilisables, c'est-à-dire des pontes > 80 œufs, sont présentées dans le tableau 2. Par le calcul théorique, on arrive régulièrement à des taux de survie inférieurs à ceux trouvés parmi les œufs pondus naturellement dans le sol. La différence oscille entre 16,7% et 23,0%, la moyenne étant d'environ 20%.

Tableau 2. Comparaison entre le taux de survie effective et théorique.

Année	Semis	Survie		
		effective	théorique	différence
1985	1	81.6	64.9	16.7
	3	94.5	71.5	23.0
1986	1	63.5	41.2	22.3

Cette différence moyenne de 20% permet de corriger le taux de survie obtenu par calcul (tab. 3 pour les années 1981 à 1986) pour estimer le taux de survie effectif.

On constate d'une année et d'un semis à l'autre une grande variabilité des valeurs obtenues de 1981 à 1986.

DISCUSSION

Actuellement, dans le cadre de la lutte dirigée contre *P. rosae*, seul le nombre de mouches piégées est pris en compte lors de l'application du seuil de tolérance (FREULER *et al.*, 1982).

Au vu de la mise en évidence de la mortalité variable des œufs due à l'échauffement du sol on pouvait envisager selon les conditions deux possibilités

Tableau 3. Taux de survie en fonction des années et des semis. Valeurs calculées et non corrigées.

Année	Semis	Survie calculée %
1981	1	—
	2	77,4
	3	48,2
1982	1	49,2
	2	67,3
	3	87,9
1983	1	30,3
	2	4,7
	3	74,9
1984	1	74,6
	2	89,7
	3	89,7
1985	1	64,9
	2	57,2
	3	71,5
1986	1	41,2
	2	26,9
	3	67,8

d'altération des résultats prévisionnels du piégeage: pas de dépassement du seuil des captures et présence de dégâts économiques, ou dépassement du seuil et absence de dégâts notables.

Ces situations se sont effectivement produites occasionnellement dans les parcelles expérimentales en question qui n'ont pas été traitées avec des insecticides.

Le premier cas survient dans le 1er semis en 1985 uniquement, mais surtout dans le 3e de 1984 à 1986, alors que le deuxième cas se trouve exclusivement dans le 2e semis de 1985 et de 1986.

Il s'avère dès lors que la survie moyenne calculée est élevée sur le 1er semis (65%), qu'elle l'est plus encore sur le 3e semis (76%) et qu'il y a un grand nombre d'œufs pondus par rapport aux mouches piégées.

Sur le 2e semis en revanche, la survie moyenne calculée n'est plus que de 42%, et le nombre d'œufs déposés en proportion des captures est très faible.

La prise en compte de l'effet du surchauffement du sol sur la mortalité des œufs de la mouche de la carotte affinerait le tableau de seuil de tolérance et le rendrait plus fiable dans les conditions climatiques de la région de la Plaine de l'Orbe.

De plus, la comparaison des températures de la couche supérieure du sol dans diverses régions permettrait d'adapter plus aisément le tableau de seuil pour d'autres zones de production de carotte, aux caractéristiques pédologiques différentes de celles de la plaine de l'Orbe.

Si le contrôle de l'évolution des températures du sol et du taux de survie des œufs du ravageur peut être combiné avec celui du vol, il sera possible de mieux interpréter les résultats de piégeage notamment lorsque le cumul des captures s'approche de la valeur du seuil économique. Toutefois, un matériel de mesure

moins encombrant et plus performant au niveau de l'intégration des données sera sans doute nécessaire pour parvenir à cette amélioration des prévisions dans la lutte dirigée contre le ravageur principal de la carotte.

ZUSAMMENFASSUNG

Nach OVERBECK (1978) wird die Schlupfrate der im Boden abgelegten Eier der Möhrenfliege, *Psila rosae* F., hauptsächlich von den in der obersten Erdschicht herrschenden Temperaturen beeinflusst, wobei die Eimortalität (z) mittels folgender Regressionsgleichung errechnet werden kann: $z = 99.1 + 4.6x + 9.8y$ mit $x = \text{Temperatur} \geq 26^\circ\text{C}$ und $y = \text{Dauer der Einwirkung in Stunden}$. Diese experimentellen Daten wurden von 1981–1986 in den Schwarzerdebedingungen der Orbeebene an natürlich abgelegten Eipopulationen nachgeprüft. Dabei stellte sich heraus, dass die errechneten Eimortalitätsraten um rund 20% höher liegen als die beobachteten und von Jahr zu Jahr und in Abhängigkeit der Beschattung des Bodens durch die Kulturpflanze erheblich variieren.

Diese Erkenntnisse gestatten es, Ungereimtheiten bei der Anwendung der für die Möhrenfliege ausgearbeiteten Schadenschwelle, welche auf der Anzahl gefangener adulten Fliegen basiert, zu erklären. Das Prognosewesen kann deshalb zuverlässiger gestaltet werden, wenn die Eimortalitätsraten einbezogen werden.

BIBLIOGRAPHIE

- FREULER, J., FISCHER, S., 1985. Méthodes de contrôle et utilisation des seuils de tolérance pour les ravageurs des cultures maraîchères de pleine terre. – *Rev suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, 17 (4): 227–246.
- FREULER, J., FISCHER, S. & BERTUCHOZ, P., 1982a. La mouche de la carotte, *Psila rosae* F. (Diptera, Psilidae). II. Mise au point d'un piège. – *Rev suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, 14 (3): 137–142.
- FREULER, J., FISCHER, S. & BERTUCHOZ, P., 1982b. La mouche de la carotte, *Psila rosae* F. (Diptera, Psilidae). III. Avertissement et seuil de tolérance. – *Rev suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, 14 (5): 275–279.

(reçu le 5 septembre 1988)